

⑤ Int. Cl.<sup>5</sup>

H 02 K 19/24

識別記号

A

庁内整理番号

8325-5H

④ 公開 平成3年(1991)7月3日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑥ 発明の名称 立形のクローボール形同期発電機装置

⑦ 特 願 平1-290290

⑧ 出 願 平1(1989)11月8日

⑨ 発 明 者 宇 野 修 悦 神奈川県横浜市鶴見区末広町2-4 株式会社東芝京浜事業所内

⑩ 出 願 人 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

⑪ 代 理 人 弁理士 大胡 典夫

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

立形のクローボール形同期発電機装置

## 2. 特許請求の範囲

軸端にタービンとコンプレッサを持つ立形のクローボール形同期発電機装置において、上部にあるタービンと発電機の上部ラジアル軸受との間に設置した自動調心スラストガス軸受および吸引形永久磁石軸受と、スラスト円板の外周に対向する軸受ハウジング内周面に設けたラビリンスと、コンプレッサからの高圧吐出ガスの一部を自動調心スラストガス軸受部およびラジアル軸受のパッド並びに界磁巻線フレームの冷却溝から通気孔に供給する給気管と、発電機の固定子鉄心の内周面に於いて両側の界磁巻線フレーム内周面にわたって設けたシール円筒と、固定子鉄心の非磁性枠に設けたアキシアル通気溝と、発電機ロータの表面に設けたねじポンプ溝と、発電機の下部ラジアル軸受と界磁巻線冷却後の排気ガスをコンプレッサの入口に送給する排気管とを備え、発電機の固定子部

とロータ部の冷却を並列に独立させたことを特徴とする立形のクローボール形同期発電機装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔発明の目的〕

## (産業上の利用分野)

本発明は、回転軸の両端にタービン、コンプレッサを装着した立形のクローボール形同期発電機装置に係り、とくにスラスト軸受への負荷荷重の軽減、タービンからの熱並びにガス中の塵埃の軸受内部への侵入の阻止、また発電機内部の冷却性能の向上を狙いとしたガス軸受を備えた立形のクローボール形同期発電機装置に関する。

## (従来の技術)

第2図と第3図は従来技術のクローボール形同期発電機の原理構造を示す縦断面図と所要部のⅢ-Ⅲ線に沿う矢視断面図である。

発電機ロータ(1)は両軸端に設けられたころがり軸受(2)と軸受ブラケット(3)により支持される。軸受ブラケット(3)は固定子フレーム(4)に固定され、固定子フレーム(4)の中央には非磁性枠(4a)を介し

て固定子鉄心(4)が装着され、更にこの内部には、電機子巻線(5)が収められている。

クローボール形同期発電機のロータ(1)は軸方向に分割されロータ(1)の中央部断面の第3図に示すように、各々N極とS極に磁化され非磁性部材(7)で突き合わせ溶接により製作される。

このような2極の永久磁石を持つロータ(1)は機械的に剛な回転軸となり超高速の回転体に適する。

一方、界磁巻線(6)は磁路(8)を形成するように固定子フレーム(4)の両端部に収められ、直流電流を通電し電力を発生する。

以上の様なクローボール形同期発電機をブレイトンサイクル式発電システムに採用した場合、発電機ロータ軸上にタービンとコンプレッサが装着される。例えば熱電併給用ブレイトンサイクル式発電システムでは、発電機の超小形軽量化、高効率並びに長期信頼性が要求されることから能動形の磁気軸受またはガス軸受が上げられる。

第4図は従来一般に知られているガス軸受の現有の技術による機形のブレイトンサイクル式クロ

プレッサ(12)の側にはタービン(11)の側と同一のラジアル軸受装置(15)が設置されている。また、タービン(11)、コンプレッサ(12)と各々ラジアル軸受装置(15)の間にはラビリンスシール(23)が設置されている。

さらに、固定子鉄心(4)の内周面には仕切筒(24)が設置され、図示しない冷媒給排管によって電機子巻線(5)と界磁巻線(6)とを冷却する冷却媒体の逃げを防止する。

(発明が解決しようとする課題)

以上の様なクローボール形同期発電機が大容量化され立形でブレイトンサイクル式発電システムに採用した場合、その問題点を次に列記する。

(1) 大容量化に伴い回転軸の自重が増加するため、スラスト軸受の膜形成が薄くなり、膜が破断した時には回転軸との固体接触により、スラスト軸受が破損する。

(2) スラスト軸受の膜形成が薄くなった場合には、ミスアライメント等の製作、組立て精度が軸受性能に影響する。

ーボール形同期発電機の縦断面図を示す。

次ぎにこの構成について説明する。

発電機ロータ(1)の両端にはタービン(11)とコンプレッサ(12)が各々装着されている。固定子フレーム(4)には非磁性枠(4a)を介して固定子鉄心(4)が嵌合され、この内部には電機子巻線(5)が納められている。固定子フレーム(4)の両端面には界磁巻線フレーム(13)、(14)が各々固定され、その内部には界磁巻線(6)が納められている。

タービン(11)側の界磁巻線フレーム(13)の端面には軸受ハウジング(16)が取り付けられており、この軸受ハウジング(16)の内周側には第4図のV-V線に沿う矢視断面を示す第5図のように、3個のパッド(17)がピボット(18)と固定ナット(19)からなるラジアル軸受装置(15)が発電機のロータ(11)の周面上に配置される。

一方、コンプレッサ(12)の側の界磁巻線フレーム(14)の端面にはスラスト軸受(20)と間隔片(21)並びにスラスト円板(22)からなるスラスト軸受装置が装備されている。さらに間隔片(21)のコンプ

(3) タービンを駆動する排気ガスは、数百度と高いため軸からの熱侵入が大きく、このため軸受部の熱変形並びに膨張が大きく、軸受の性能が悪い。また、発電機の電機子、界磁巻線の異常温度上昇により巻線の熱劣化、焼損などによる事故が発生し易い。

(4) タービンを駆動する排気ガス中には塵埃が混入しており、発電機内に侵入したときガス軸受の非常に小さいすべり隙間に入ると、軸受の損傷・焼付き事故が発生する。

(5) 通常のラビリンスシール装置には軸方向の流動抵抗が小さく、このためタービン背面と発電機の内部圧力差に拠る発電機内部への排気ガスの洩れ量が非常に多い。

(6) 超高速で、発電機ロータならびに軸受での発熱損失が大きく、このため発電機内部の自然対流のみでは、発電機外部への熱放散が悪く、発電機内部の各部温度は異常に高くなる。

本発明は上記の従来技術の問題点に鑑み成されたもので、とくにスラスト軸受の性能・信頼性向

上と、タービン側からの熱の侵入、塵埃の混入を阻止し、さらに発電機内部の冷却性能の向上を計った立形のクローボール形同期発電機装置を提供することを目的とするものである。

#### (発明の構成)

##### (課題を解決するための手段)

上記目的を達成するために、本発明においては、軸端にタービンとコンプレッサを持つ立形のクローボール形同期発電機装置において、上部にあるタービンと発電機の上部ラジアル軸受との間に設置した自動調心スラストガス軸受および吸引形永久磁石軸受と、スラスト円板の外周に対向する軸受ハウジング内周面に設けたラビリンスと、コンプレッサからの高圧吐出ガスの一部を自動調心スラストガス軸受部およびラジアル軸受のパッド並びに界磁巻線フレームの冷却溝から通気孔に供給する給気管と、発電機の固定子鉄心の内周面に両側の界磁巻線フレーム内周面にわたって設けたシール円筒と、固定子鉄心の非磁性枠に設けたアキシアル通風溝と、発電機ロータの表面に設

けたねじポンプ溝と、発電機の下部ラジアル軸受と界磁巻線冷却後の排気ガスをコンプレッサの入口に送給する排気管とを備え、発電機の固定子部とロータ部の冷却を並列に独立させる。

#### (作用)

このようにすると、磁気スラスト軸受としての永久磁石軸受はガススラスト軸受の負荷を軽減し、安定した能力を得ることが出来る。そして、界磁巻線フレーム内にラジアル軸受を設置することにより小形軽量化し、さらに固定子鉄心の内周面にシール円筒を設置し、固定子鉄心の非磁性枠にアキシアル通風溝を設けることにより発電機の固定子部とロータ部の冷却を並列に独立させ、発電機ロータの表面にねじポンプ溝を設置したので固定子側のみならず、ロータ側の冷却も良好になり、立形のクローボール形同期発電機装置を高信頼性、高効率で小型軽量化することができる。

#### (実施例)

次に、本発明の一実施例について第1図を参照して説明する。尚、第2～第5図の従来技術

で説明した部品については同一符号を付して説明を省略している箇所もある。

第1図において発電機のロータ(1)の中央部の表面にはねじポンプ溝(25)が加工されている。

また、スラスト円板(22)の上面には吸引形の磁気軸受となる永久磁石軸受(26)が軸受ハウジング(27)に設置され、軸受ハウジング(27)は界磁巻線フレーム(13)の上端面に設置される。この軸受ハウジング(27)にはスラスト円板(22)の外周面に相對する位置にラビリンス(28)が設けられる。

スラスト円板(22)の下面にはガス流体で作動するスラスト軸受(20)が設置され、このスラスト軸受(20)の底面は球面(29)に成っている。一方、これに相對する界磁巻線フレーム(13)も球面(29)となり、また、この面には、半径方向の放射溝(30)が加工されている。

パッド(17)は球面ピボット(31)により界磁巻線フレーム(13)、(14)に各々支持される。界磁巻線フレーム(13)、(14)の中には各々界磁巻線(4)が内蔵され、この界磁巻線(4)の周りにはL字形の冷却

溝(32)が多数加工されている。この冷却溝(32)には通気孔(33)が設けられる。

タービン(11)側の界磁巻線フレーム(13)の上端部には給気管(34)が接続され、この給気管(34)の他端は、コンプレッサケーシング(35)の高圧吐出管(36)に接続される。

また、コンプレッサ(12)側の界磁巻線フレーム(14)には、排気管(37)が取り付けられ、他方はコンプレッサケーシング(35)の入り口に接続される。

界磁巻線フレーム(14)とコンプレッサケーシング(35)の間にはラビリンスシール(38)が設置されている。

固定子鉄心(4)の外周に設けられた非磁性枠(4a)の内周面にはアキシアル通風溝(39)が他数個設けられる。このクローボール同期発電機装置はベース(40)に取り付けられる。

スラスト円板(22)の内周側にはガススラスト軸受(20)を通してタービン(11)側へ抜ける冷却孔(41)(無くてもよい)を設ける。

次に、上記実施例の作用について説明する。

まず、吸引形の磁気軸受としての永久磁石軸受(26)は発電機のロータ(1)に設けられたスラスト円板(22)を上部に持ち上げることから、永久磁石軸受(26)の下部に設置したガススラスト軸受(20)の負荷荷重が軽減される。また、ガススラスト軸受(20)の底面が球面(29)になっていることから、発電機のロータ(1)の中心軸に対するスラスト円板(22)の直角度が加工や組み立て誤差などのミスアライメントやロータ(1)の揺動運転時に、スラスト円板(22)にガススラスト軸受(20)が追従し、軸受隙間が均等化される。このため、起動時、スラスト円板(22)とガススラスト軸受(20)の接触抵抗が小さく、摩擦の低減や凝着の問題が大幅に改善される。

また、高速回転時においても、スラスト円板(22)とガススラスト軸受(20)の隙間が均等化されることから高性能スラスト軸受性能を確保することが出来る。

パッド(17)が界磁巻線フレーム(13)、(14)の内

界磁巻線(4)の冷却溝(32)を通り、その後電機子巻線(5)を冷却し、固定子鉄心(6)の非磁性枠(4a)に設けられたアキシアル通気溝(39)を通り固定子鉄心(6)を冷却し、さらに下側の電機子巻線(5)を冷却し、下側の界磁巻線(4)の冷却溝(32)と通気孔(33)を通り、ステータの各部の各要素を冷却する。

第3の方向の流れはスラスト軸受(20)の底面に設けた放射溝(30)を通り、パッド(17)の周りを通り冷却する。また、ロータ(1)の表面に設けたねじポンプ溝(25)のポンプ効果により吸引され、コンプレッサー(12)側のパッド(17)へと供給される。この流れではタービン(11)からの熱侵入、ロータ(1)の表面に発生するうず電流による熱損失、流体による熱損失を除去する。

上記の第2、第3の方向の流れは排気管(37)の入口で合流し、排気管(37)からコンプレッサーケーシング(35)の内側即ち吸い込み側に戻される。

この実施例によれば、タービン側に設けた永久磁石軸受(26)の設置によりスラスト軸受(20)の負荷荷重が軽減される。また、スラスト軸受の底面

部に組み込まれることにより、従来構造に比して構造が非常に単純化され、また、シール円筒(24)を固定子鉄心(6)の内周側にて界磁巻線フレーム(13)、(14)の内周面にわたってを設けることにより、発電機のステータ部とロータ部の冷却を並列に独立させることにより、通風冷却が有効となる。

通常、コンプレッサ(12)からの吐出ガスはタービン(11)のそれと比較し吐出圧力が高く、ガス温度は低い。この為、コンプレッサ(12)に設けられた高压吐出管(36)から分岐され給気管(34)を通り低温度のガスが界磁巻線フレーム(13)に供給され、このガスは、ここで3方向に分岐される。

第1の方向の流れはラビリンス(28)と永久磁石軸受(26)下面を通り、タービン(11)へと抜ける。このことはタービン(11)からの塵埃の混入した排気ガスの侵入を阻止し、ガス軸受を保護すると共に、永久磁石軸受(26)を冷却する。尚、ラビリンス(28)は通過ガス流量を制限するために設置している。

第2の方向の流れは上側の通気孔(33)から入り、

を球面(29)とすることにより、スラスト円板(22)とスラスト軸受(20)の平行度が保持され、起動時のスラスト円板(22)とスラスト軸受(20)の接触抵抗が小さく出来、摩擦の低減や凝着の問題が大幅に改善される。

また、高速回転時においても、スラスト円板(22)とスラスト軸受(20)の隙間が均等化されることから高度のスラスト軸受性能を確保することが出来る。

また、コンプレッサ(12)から吐出される低温のガスを発電機内に供給し、且つねじポンプ(25)による加圧流動することにより、界磁巻線(4)、電機子巻線(5)、各軸受並びに発電機ロータ(1)等の冷却性能が向上できる。また、コンプレッサ(12)側からの清浄なガスがタービン側に排出されることから、発電機内部に排気ガス中の塵埃の混入と熱侵入を防止できる。この事により、高性能で長期信頼性に優れた超高速用立形のクローボール形同期発電機を提供出来る。

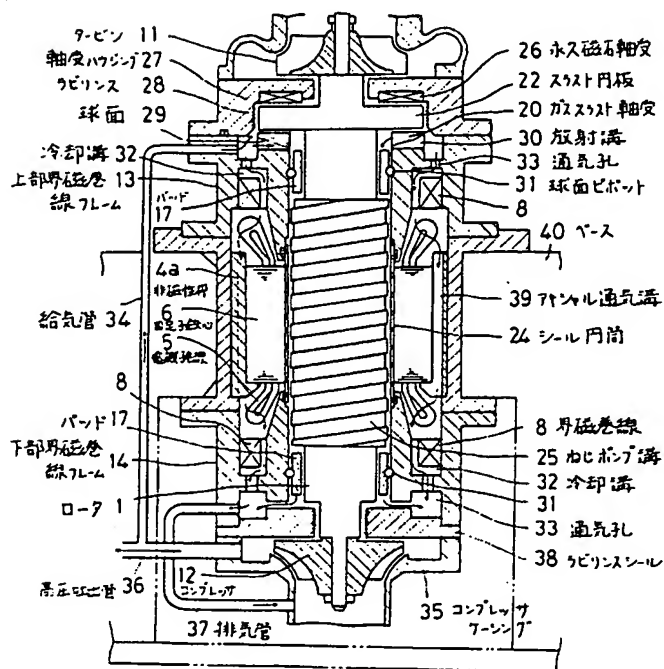
〔発明の効果〕

以上説明したように本発明によれば、スラスト軸受の性能・信頼性向上と、タービン側からの熱の侵入、塵埃の混入を阻止し、さらに発電機内部の冷却性能の向上を計った立形のクローボール形同期発電機装置を提供することが出来る。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の立形のクローボール形同期発電機装置の一実施例を示す縦断面図、第2図は従来のクローボール形同期発電機の原理を説明するための縦断面図、第3図は第2図のロータのⅢ-Ⅲ線に沿う矢視断面図、第4図は従来のブレイトンサイクル方式クローボール形同期発電機装置を示す縦断面図、第5図は第4図の要部のV-V線に沿う矢視断面図である。

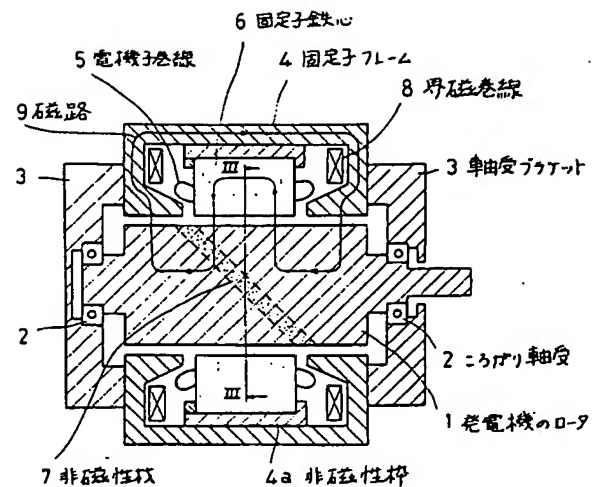
- |              |            |
|--------------|------------|
| 1…発電機ロータ、    | 5…電機子巻線、   |
| 6…固定子鉄心、     | 8…界磁巻線、    |
| 11…タービン、     | 12…コンプレッサ、 |
| 14…界磁巻線フレーム、 | 24…シール円筒、  |
| 25…ねじポンプ溝、   | 26…永久磁石軸受、 |
| 28…ラビリンス、    | 29…球面、     |



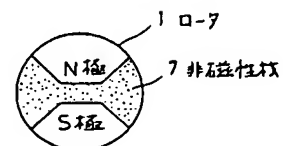
第 1 図

- |              |              |
|--------------|--------------|
| 30…放射溝、      | 31…球面ピボット、   |
| 32…冷却溝、      | 33…通気孔、      |
| 34…給気管、      | 36…高圧吐出管、    |
| 37…排気管、      | 38…ラビリンスシール、 |
| 39…アキシアル通気溝、 |              |

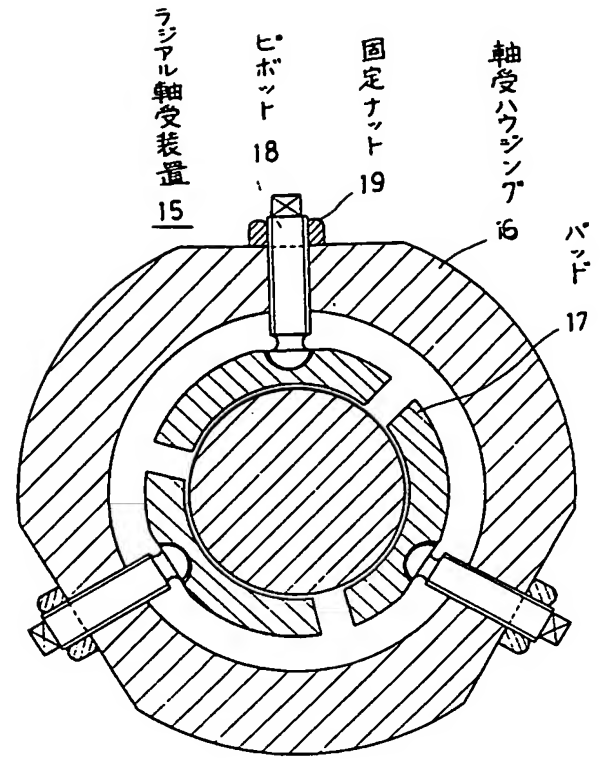
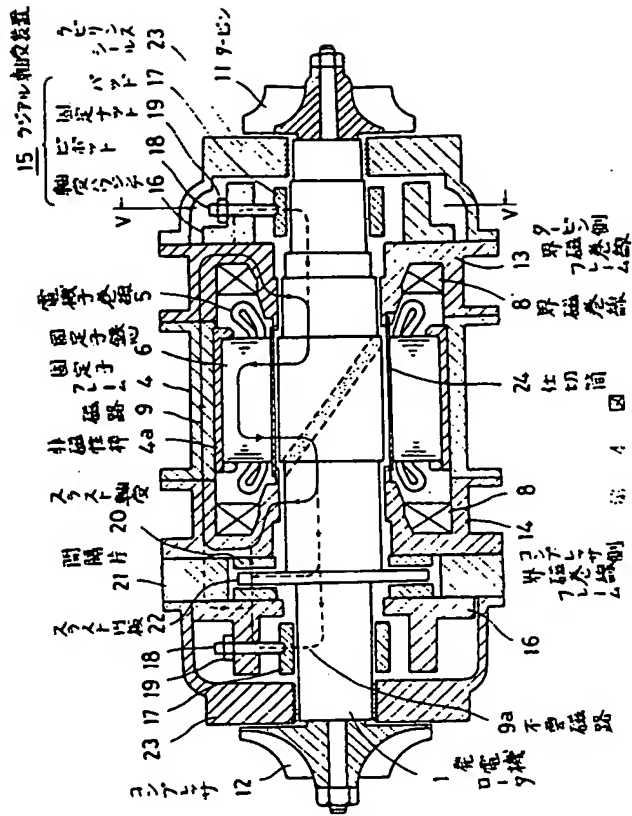
代理人 井理士 大 胡 典 夫



第 2 図



第 3 図



第 5 図

PAT-NO: JP403155357A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 03155357 A

TITLE: VERTICAL CROW PAWL TYPE SYNCHRONOUS GENERATOR UNIT

PUBN-DATE: July 3, 1991

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

UNO, SHUETSU

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

TOSHIBA CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP01290290

APPL-DATE: November 8, 1989

INT-CL (IPC): H02K019/24

US-CL-CURRENT: 310/90.5, 310/162

ABSTRACT:

PURPOSE: To improve performance and reliability of a thrust bearing and the **cooling** performance in a generator by arranging a permanent magnet bearing on the top face of a thrust disc while arranging a sealed tube on the inner circumferential face of a stator core and making a vent groove through the nonmagnetic frame of the stator core.

CONSTITUTION: An attraction type magnetic bearing, i.e., a permanent magnet 26, is arranged on a bearing housing 27 at the top face of a thrust disc 22 and the bearing housing 27 is arranged on a field winding frame 13. Furthermore, a sealed tube 24 is arranged on the inner circumferential face of a stator core 6 and many axial vent grooves 39 are made through the inner circumferential

face

of a nonmagnetic frame 4a arranged on the outer circumference of the stator core 6. By such arrangement, the permanent magnet bearing 26 relieves the load

on a glass thrust bearing 20 and provides a stabilized capacity. Furthermore, since the sealed tube 24 is arranged in the stator core 6 and the vent grooves 39 are made through the nonmagnetic frame 4a in order to separate the stator section and the rotor section of a generator in parallel and a threaded pump groove 25 is made in the rotor 1, interior of the generator can be cooled efficiently.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio